

# Norsk institutt for vannforskning

# RAPPORT

## Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

## Sørlandsavdelingen

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

## Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

## Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

## Akvaplan-niva

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

|  |                                       |                           |
|--|---------------------------------------|---------------------------|
| Tittel<br><b>Resipientundersøkelse i 1998 ved Bindalssmolt A/S</b> | Løpenr. (for bestilling)<br>4278-2000 | Dato<br>20. november 2000 |
|  | Prosjektnr. Undernr.<br>O-98069       | Sider Pris<br>27          |
| Forfatter(e)<br>Torbjørn M. Johnsen<br>Evind Oug                   | Fagområde<br>Akvakultur               | Distribusjon              |
|  | Geografisk område<br>Nordland         | Trykket<br>NIVA           |


|  |  |
|--|--|
| Oppdragsgiver(e)<br>Bindalssmolt A/S, Svaberget, 8930 Bindalseidet | Oppdragsreferanse<br>Bjørn Berg-Hansen |
|--|--|

|   |
|---|
| <p>Sammendrag</p> <p>For å undersøke om utslippene fra Bindalssmolt A/S har påvirket miljøforholdene i Simlebotn og indre del av Sørfjorden i Bindal kommune, har det våren 1998 vært gjennomført en oppfølgende miljøundersøkelse i fjordområdet. Miljøforholdene i Simlebotn ble funnet å være gode både med hensyn til næringssalter, oksygen i dypvannet og bunnfauna. Også i indre del av Sørfjorden var miljøforholdene gode. Noe redusert oksygeninnhold nær bunnen kan muligens skyldes en ufullstendig bunnvannsutskifting forutgående høst/vinter. Høyt innhold av organisk karbon i sedimentet settes i sammenheng med tilførsler av plantemateriale fra land. Økt utslipp av urensset avløpsvann fra settefiskanlegget vil føre til større potensiale for algevekst i vannmassene. Belastningen vil være prosentvis høyest nær bunnen, men sedimentasjonen av partikler vil hovedsaklig skje relativt grunt slik at belastningen på oksygenet i dypvannet vil bli begrenset. Et økt utslipp av avløpsvann anbefales fulgt opp av et program for overvåking av næringssalter og algebiomasse i det øvre vannlag, oksygenforhold i dypvannet og kjemisk analyse av bunnsedimentene både i Simlebotn og i Sørfjordens indre basseng.</p> |
|---|

|   |   |
|---|---|
| <p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Akvakultur</li> <li>2. Settefiskanlegg</li> <li>3. Eutrofi</li> <li>4. Nordland</li> </ol> | <p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> </ol> |
|---|---|

  
Torbjørn M. Johnsen  
Prosjektleder

  
Kari Nygaard  
Forskningsleder  
ISBN 82-577-3906-5

  
Bjørn Berg-Hansen  
Forskningsgjessjef

**Resipientundersøkelse i 1998**  
**ved**  
**Bindalssmolt A/S**

Bergen 5. februar 2007

Prosjektleder: Torbjørn M. Johnsen  
Medarbeidere: Eivind Oug  
Brage Rygg  
Jarle Håvardstun

## Forord

*Norsk institutt for vannforskning, Vestlandsavdelingen fikk sommeren 1998 i oppdrag fra Bindalssmolt A/S å gjennomføre en oppfølgende resipientundersøkelse i Sørfjorden i Bindal kommune i Nordland fylke. Rapporten er finansiert av settefiskanlegget hvor Bjørn Berg-Hansen har vært kontaktperson.*

*Innsamling av hydrografiske data og prøver for analyse av biologiske og kjemiske parametre ble utført av Torbjørn M. Johnsen som også var prosjektleder. Innsamlingene ble gjennomført med assistanse av Bjørn Berg-Hansen fra Bindalssmolt A/S. Bunnfaunaprøver har vært opparbeidet av Jarle Håvardstun, Brage Rygg og Eivind Oug og sistnevnte har hatt ansvaret for analyser av bunnfauna og vurdering av resipienten ut fra faunasammensetningen. Kvalitetssikrer har vært forskningsleder Kari Nygaard.*

Bergen, 20. november 2000

Torbjørn M. Johnsen

---

# Innhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Sammendrag</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>1. INNLEDNING</b>                          | <b>6</b>  |
| <b>2. MATERIALE OG METODER</b>                | <b>7</b>  |
| 2.1 Områdebeskrivelse                         | 7         |
| 2.2 Stasjoner og prøvetaking                  | 9         |
| 2.3 Næringssalter og oksygen                  | 10        |
| 2.4 Sediment og bunndyr                       | 10        |
| 2.4.1 Analyser                                | 10        |
| 2.4.2 Vurdering av prøvene                    | 10        |
| 2.5 Belastningsberegninger                    | 11        |
| <b>3. RESULTATER OG DISKUSJON</b>             | <b>12</b> |
| 3.1 Hydrografi                                | 12        |
| 3.2 Oksygen                                   | 13        |
| 3.3 Næringssalter                             | 14        |
| 3.4 Bunndyr                                   | 15        |
| 3.4.1 Bunnsedimenter                          | 15        |
| 3.4.2 Bunnfauna                               | 17        |
| 3.4.3 Sammenligning med tidligere prøvetaking | 19        |
| 3.4.4 Vurdering av tilstand                   | 19        |
| 3.5 Nåværende og framtidig belastning         | 20        |
| <b>4. Konklusjoner</b>                        | <b>22</b> |
| <b>Vedlegg A.</b>                             | <b>25</b> |

---

## Sammendrag

Våren 1998 ble det gjennomført en oppfølgende resipientundersøkelse i Simlebotn og indre del av Sjørfjorden. Undersøkelsen omfattet prøvetaking av sediment for biologiske og kjemiske analyser samt analyser for undersøkelse av næringssaltkonsentrasjoner og oksygen i vannsøylen.

I Simlebotn hadde vannmassene en økende tetthet fra overflaten til bunnen, men med meget gode oksygenforhold i hele vannsøylen. Næringssaltkonsentrasjonene var moderate, men med et nitratunderskudd i forhold til en normalfordeling mellom nitrat og fosfat – noe som er normalt i rent marine områder.

Under det brakke overflatelaget i indre Sjørfjorden var vannmassenes tetthet svakt økende nedover mot bunnen. Oksygenforholdene var gode helt ned til 80 meters dyp, mens det nær bunnen ble registrert noe redusert oksygenkonsentrasjon. Tidligere undersøkelse har vist gode oksygenforhold helt ned til bunnen. Det antas derfor at den reduserte mengden oksygen nær bunnen kan være forårsaket av en ufullstendig bunnvannsutskiftning i Sjørfjordens indre basseng høsten 1997/vinteren 1998. Konsentrasjonene av både nitrat og fosfat var moderate og med et lavt forholdstall mellom nitrat og fosfat som indikerer et nitratunderskudd i forhold til algenes næringskrav.

Det var finkornet friskt bunnsediment med innslag av planterester fra land, skall av muslinger og rør av børstemark på alle stasjonene. Innerst i Sjørfjorden var det noe sagflis i prøvene. Organisk innhold, målt som glødetap og TOC, var generelt høyt. Trolig er mye av det organiske materialet naturlig tilført plantemateriale fra land.

På alle stasjonene var det normal bunnfauna. I Simlebotn og innerst i Sjørfjorden var faunaen normalt arts- og individrik og hadde høyt artsmangfold. Faunaen i Simlebotn var dominert av arter som karakteriserer fjordbassenger i Trøndelag og Nord-Norge. Flere av artene har høy toleranse for organisk anrikning, men faunaen bar ikke noe preg av påvirkning og inneholdt også forurensningsømfintlige arter. På den dypeste stasjonen i Sjørfjorden var det vanskelige prøvetakingsforhold og lite materiale i prøvene, men resultatene tyder på en normal fauna.

Bløtbunnsundersøkelsen viser at det var gode miljøforhold både i Simlebotn og i Sjørfjorden. Det kan ikke påvises noen spesielle forandringer fra undersøkelsen i 1993, men muligens var tilstanden noe forbedret i Simlebotn. Bunnsedimentene får allikevel dårlig karakteristikk i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier. Trolig skyldes dette at plantemateriale fra land bidrar til det organiske innholdet i sedimentene. Dette er i stor grad materiale som brytes langsomt ned og som derfor i liten grad påvirker oksygenforbruket i dypvannet. Det forhøyede innhold av karbon i sedimentene får dermed liten innvirkning på bunnfaunaen.

# 1. INNLEDNING

Bindalssmolt A/S har siden 1984 drevet settefiskproduksjon på lokaliteten Sagvik i Sørfjorden i Bindal. Siden 1987 har den årlige produksjonen vært 1 million smolt, men nå ønsker bedriften å søke om konsesjon for økt settefiskproduksjon. For at en slik søknad skal kunne behandles, er det stilt krav fra miljøvernmyndighetenes side om at resipientens nåværende tilstand dokumenteres.

Sommeren 1993 gjennomførte NIVA en tilsvarende resipientundersøkelse slik at denne undersøkelsen kan sees på som en oppfølging av tidligere tilstandsbeskrivelse. Formålet med denne undersøkelsen har vært:

*Å dokumentere miljøtilstanden i Simlebotn, i indre Sørfjorden og ved selve utslippsstedet.*

*Å gjennomføre modellberegninger som grunnlag for vurdering av effekter i resipienten som følge av økte utslipp på grunn av økt settefiskproduksjon på lokaliteten Sagvik.*

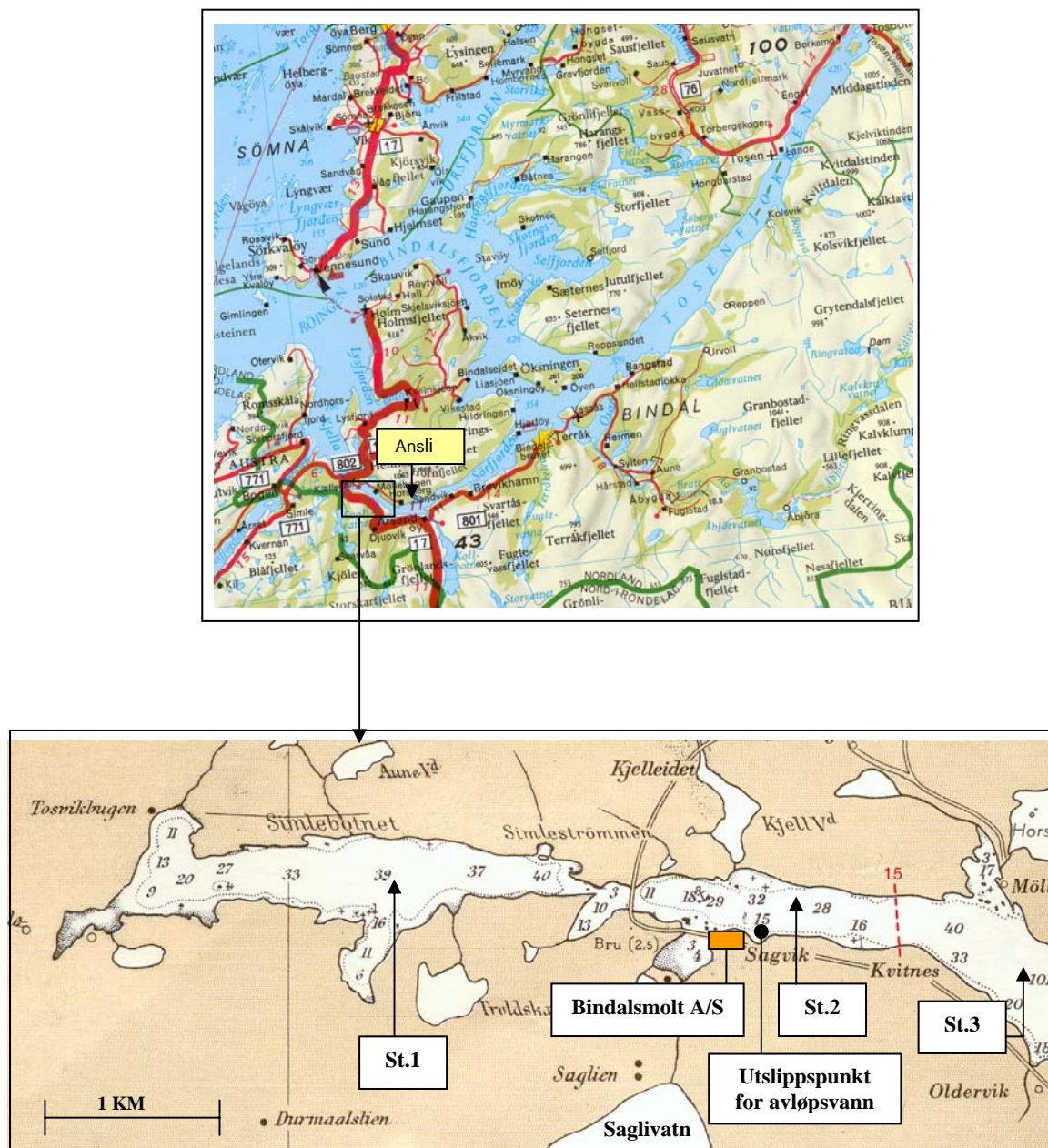
## 2. MATERIALE OG METODER

### 2.1 Områdebeskrivelse

Sagvik ligger innerst i Sørfjorden som er en sidefjord til Bindalsfjorden – Tosenfjorden (**Figur 1**). Sørfjorden står i forbindelse med Simlebotn gjennom et trangt, grunt sund (Simlestraumen) med terskeldyp på ca. 2,5 meter. Simlebotn er et ca. 3 km langt avlukket fjordområde med maksimaldyp på ca. 40 meter.

Fra Sørfjorden strømmer det i lange perioder inn vann som er tyngre enn vannet i Simlebotn. Dette vannet synker når det kommer inn i Simlebotn samtidig som det blander seg med det omkringliggende vannet. På denne måten skjer det en stadig fornyelse av vannet i Simlebotn. Ved sterk vind og springflo vil vannutskiftningen i Simlebotn være spesielt stor. For en mer detaljert beskrivelse av dette forholdet henvises til Johnsen & Oug (1995).

Innerst i Sørfjorden ved Sagvik på fjordens sørside ligger settefiskanlegget Bindalssmolt A/S som har en konsesjon på 1 million smolt pr. år. Råvannet til settefiskanlegget hentes fra Saglivatn som ligger 63 meter over havet rett sør for anlegget. Vannforbruket ved anlegget er angitt til 25 m<sup>3</sup>/min som årsgjennomsnitt. 45% av avløpsvannet renses gjennom et Unik filtersystem, mens den resterende andelen av avløpsvannet føres urensset ut i resipienten. Alt vann slippes ut på 13 meters dyp slik at utslippsvannet trenger opp til overflaten uten innlagring. Utslippspunktet ligger 7-800 meter øst for Simlestraumen.



**Figur 1.** Kart over Sørffjorden i Bindal med angivelse av prøvetakingsstasjoner.



## 2.2 Stasjoner og prøvetaking

Innsamling av hydrografiske data, bunnsedimenter for kjemisk og biologisk analyse og vannprøver for næringssalt- og oksygenanalyser ble gjennomført 23. april 1998. **Tabell 1** gir informasjon om prøveinnsamlingen på de ulike stasjonene.

Salinitet- og temperaturprofiler fra overflate til bunn i Simlebotn (St. 1) og Sørfjorden (St. 3 (= St. 4 i undersøkelsen fra 1993)) (jfr. **Figur 1**) ble framskaffet ved bruk av selvregistrerende sonde av type Seabird.

Vannprøver ble tatt ved bruk av vannhenter på de samme to stasjonene som det ble gjennomført målinger av salinitet og temperatur. Vannprøver for analyse av næringssalter ble konserverte i felt ved bruk av 4 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, mens oksygenprøvene ble tappet på glassflasker med slipte glasskorker og tilsatt kjemikalier for binding av oksygen (Winklers metode).

Prøver for analyse av bunnsedimenter og bunnfauna ble tatt på en stasjon i Simlebotn (St. 1) og på to stasjoner i Sørfjorden (St. 2, St. 3) (jfr. **Figur 1**). Alle prøvene ble tatt med en håndoperert Ekman grabb (15 x 15 cm). I Simlebotn (St. 1) og midtfjords i Sørfjorden (St. 2) ble det tatt fire parallelle grabbhugg, mens det lenger ut i Sørfjorden (St. 3) ble tatt to hugg. På denne stasjonen var det fast bunn med en del småstein som vanskeliggjorde prøvetakingen. Stasjonene ble plassert som ved undersøkelsen i 1993 med unntak for St. 2 som ble flyttet midtfjords litt utover fjorden i forhold til utslippet.

Under prøvetakingen ble det på hver stasjon gjort en visuell beskrivelse av bunnsedimentet. Små delprøver av overflatesediment ble tatt til analyse av finmateriale (blandprøve fra 3(2) grabbhugg) og organiske komponenter (en prøve). For analyse av fauna ble grabbhuggene slått sammen og bearbeidet som en prøve. Prøvene ble siktet på 1 mm sikt og restmaterialet konserverte i 10% nøytralisert formalin (ca. 4% formaldehyd). Fire grabbhugg representerer et bunnareal på tilnærmet 0,1 m<sup>2</sup>.

**Tabell 1.** Informasjon om data- og prøveinnsamling på de ulike stasjonene.

| Stasjons-nummer | Dyp (m) | STD-profil | O <sub>2</sub> -prøvedyp (m) | Prøvedyp-næringssalter (m) | Antall grabbprøver |                 |
|-----------------|---------|------------|------------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
|                 |         |            |                              |                            | Biologisk analyse  | Kjemisk analyse |
| St. 1           | 52      | Ja         | 1, 10, 35                    | 1, 10, 35                  | 4                  | 3               |
| St. 2           | 12      | Nei        |                              |                            | 4                  | 3               |
| St. 3*          | 97      | Ja         | 10, 80, 95                   | 1, 10, 95                  | 2                  | 2               |

\*St. 3 = St. 4 i undersøkelsen gjennomført i 1993 (Johnsen & Oug 1995).

## 2.3 Næringssalter og oksygen

Analyser av næringssalter og totalt organisk karbon er utført i henhold til Norsk Standard ved NIVAs laboratorium i Oslo. Følgende analyser ble gjennomført: Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) (Intern-NS4745), totalt nitrogen (Tot-N) (Intern-NS4743), fosfat ( $\text{PO}_4$ ) (Intern-NS4724), totalt fosfor (Tot-P) (Intern-NS4725) og totalt organisk karbon (TOC) (NS-ISO 8245).

Oksygenanalysene ble analysert ved NIVA Vestlandsavdelingen etter Winklers metode og i henhold til Norsk Standard.

Prøver for analyse av næringssalter og oksygen i dypvannet er innsamlet og analysert kun ved ett tidspunkt. SFTs klassifiseringssystem krever analyser over et lengre tidsrom innenfor gitte tidsperioder (Molvær m.fl. 1997), og resultatene fra denne undersøkelsen kan derfor ikke benyttes for klassifisering av vannmassenes vannkvalitet.

## 2.4 Sediment og bunndyr

### 2.4.1 Analyser

Sedimentets innhold av finmateriale (partikler  $< 0,063$  mm) ble bestemt ved våtsikting. Følgende organiske komponenter ble bestemt: glødetap, totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og totalt fosfor (Tot-P). Glødetapet ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking ved  $105^\circ\text{C}$  og brenning ved  $550^\circ\text{C}$ . TOC, TN og Tot-P ble analysert ved en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre.

Faunaprøvene ble opparbeidet ved sortering under lupe (4-10 x). Alle dyr ble sortert fra siktematerialet, identifisert og telt. Artsidentifisering ble i hovedsak utført til artsnivå. Det er også gitt en visuell beskrivelse av siktematerialet.

Artsmangfold for bunnfaunaen er beregnet ved *Shannon-Wiener indeks* ( $H'$ ) og *Hurlbert indeks*  $E(S_{100})$ . Artsmangfoldet beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Det ble også beregnet en *artsindeks* (AI) som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen.

### 2.4.2 Vurdering av prøvene

Prøvene vurderes med hensyn på visuelle observasjoner i felt, organiske komponenter i sedimentene og faunaens sammensetning. Sedimentanalysene vil kunne avsløre direkte påvirkninger av utslipp, mens bunnfaunaen mer reflekterer hvilken betydning dette har for miljøtilstanden. Under normale og gode miljøforhold vil mange arter med ulike livsstrategier finne livsbetingelser og være representert i prøvene. Ved organisk belastning eller andre miljøforstyrrelser avtar artsrikheten, men de artene som kan dra nytte av forholdene, kan finnes i store mengder. Disse forholdene gjenspeiles i indeksene for artsamangfold.

Ved vurderingen av miljøtilstanden på lokalitetene er SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann lagt til grunn (Molvær m.fl. 1997). Dette systemet opererer med fem tilstandsklasser fra klasse I 'meget god tilstand' til klasse V 'meget dårlig tilstand'. Måleparametrene som benyttes er TOC for sedimenter og indeksene for artsamangfold for bunnfaunaen. Verdiområdet for parametrene og grenseverdiene for klassene er vist i **Tabell 2**.

**Tabell 2.** SFTs klassifisering av tilstand for organisk innhold i sedimenter (TOC) og bunnfauna. For organisk karbon normeres verdiene til 100% finstoff i sedimentet (Molvær et al. 1997).

|                         | Parametre                             | Tilstandsklasser |           |                   |              |                   |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|
|                         |                                       | I<br>Meget god   | II<br>God | III<br>Mindre god | IV<br>Dårlig | V<br>Meget dårlig |
| <b>Sediment</b>         | Organisk karbon (mg/g)                | <12              | 12-16     | 16-29             | 29-60        | >60               |
| <b>Artsmangfold for</b> | Hurlberts indeks (ES <sub>100</sub> ) | <4               | 4-7       | 7-16              | 16-50        | >50               |
| <b>Bløtbunnsfauna</b>   | Shannon-Wiener indeks (H)             | <250             | 250-330   | 330-500           | 500-800      | >800              |

Artsindeksen AI beregnes ut fra forekomsten av forurensningstolerante og ømfintlige arter i prøvene og bygger på kunnskap om artenes biologi (Rygg 1995). Det er ikke gitt grenseverdier for indeksen, men verdier < ca. 5 viser dominans av forurensningstolerante arter, mens verdier > ca. 6 viser innslag av forurensningsømfintlige arter.

## 2.5 Belastningsberegninger

Beregninger av naturlige tilførsler av nitrogen og fosfor fra nedslagsfeltet rundt indre del av Sørfjorden er beregnet ut fra nasjonale gjennomsnittstilførsler for de ulike deler av Norge benyttet i tilførselsmodellen TEOTIL (Tjomsland & Bratli 1996). For beregning av den totale årlige tilførselen av nitrogen og fosfor fra fiskeoppdrett, er samme metode benyttet som i Annon (1997).

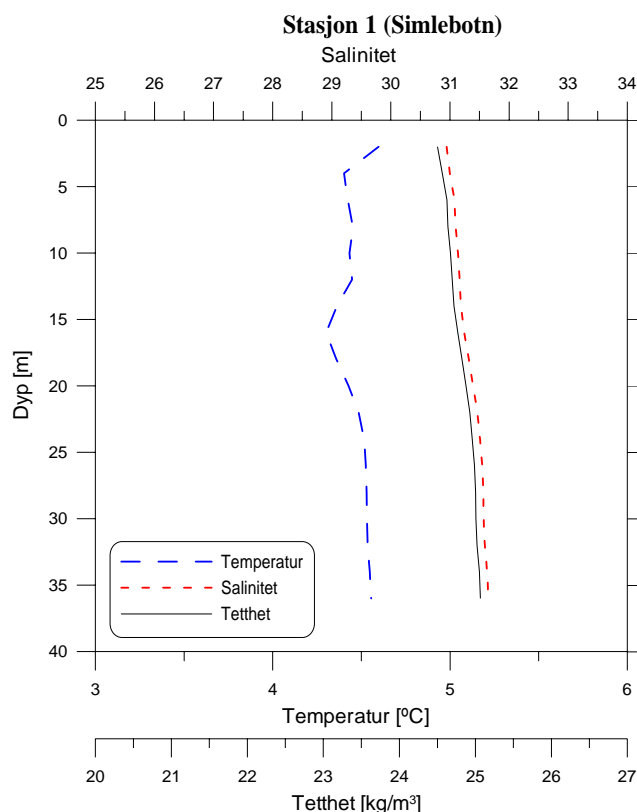
### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

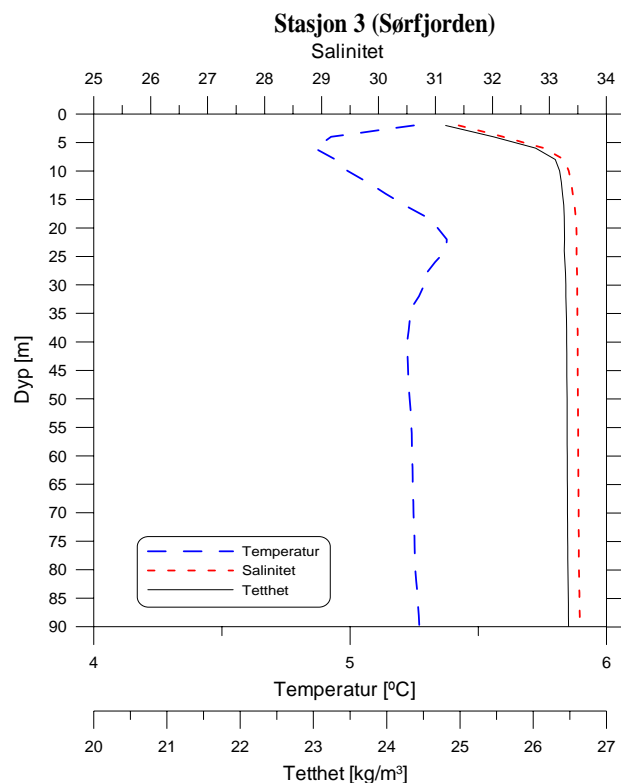
Dybdeprofiler for temperatur, salinitet og tetthet i Simlebotn er vist i **Figur 2**, mens **Figur 3** viser de tilsvarende profiler på stasjon 3 i Sørfjorden.

I Simlebotn er det jevnt økende salinitet fra 30,9 nær overflaten til 31,6 ved bunnen (bunndyp 40 meter). Temperaturen varierte mellom 4,3 og 4,6°C. Vannmassene var stabile med jevnt økende tetthet fra overflaten ned mot bunnen.

På stasjon 3 i Sørfjorden var det et ca. 8 meter tykt overflatelag hvor saliniteten økte fra 31,4 til 33,3. Videre nedover i vannsøylen økte saliniteten gradvis til 33,5 ved bunnen (bunndyp 101 meter). Temperaturvariasjonen var liten og varierte fra 4,9 til 5,3°C. Vannmassene var stabile med økende tetthet nedover i vannsøylen.



**Figur 2.** Temperatur-, salinitets- og tetthetsprofiler tatt 23. april 1998 i Simlebotn (St. 1).



**Figur 3.** Temperatur-, salinitets- og tetthetsprofiler tatt 23. april 1998 i Sørfjorden (St. 3).

### 3.2 Oksygen

Oksygenkonsentrasjonen i Simlebotn (St. 1) var 7,87 og 8,02 ml O<sub>2</sub>/l på henholdsvis 1 og 10 meters dyp som ved de målte temperaturer og saliniteter gir en oksygenmetning på 107,0 og 108,7% (Tabell 3). På 35 meters dyp ble det målt en konsentrasjon av oksygen på 7,50 ml O<sub>2</sub>/l som gir en oksygenmetningen på 102,2%. På prøvetakingstidspunktet var det dermed meget gode oksygenforhold i dypvannet. Resultatene er i samsvar med undersøkelsene fra 1993 hvor det ble funnet gode oksygenforhold (97,0% metning) i Simlebotns dypvann (Johnsen & Oug 1995). Tidligere hydrografi- og strømmålinger har vist at gjennom Simlestraumen strømmer det i lange perioder inn vann som er tyngre enn vannet inne i Simlebotn. Dette tunge vannet synker når det kommer inn i Simlebotn samtidig som det blander seg med det omkringliggende vannet. Resultatet er at det stadig skjer en fornyelse av vannet nedover i vannsøylen, og denne vannfornyelsen vil være spesielt kraftig ved springflo kombinert med sterk vind inn Sørfjorden (nordlig vind). Ut fra oksygenanalysene er det ingenting som tyder på at Simlebotn utsettes for en tilførsel av organisk stoff som er større enn fjordens bæreevne.

I Sørfjordens indre basseng var det meget gode oksygenforhold i de øvre 80 meterne. Målingene på 10 og 80 meters dyp viste oksygenkonsentrasjoner på 7,08 og 6,58 ml O<sub>2</sub>/l som gir oksygenmetninger på 97,6 og 92,6%. Når bunnen på 95 meters dyp ble det målt en oksygenkonsentrasjon på 4,07 ml O<sub>2</sub>/l som gir en oksygenmetningen var 57,3%. Målinger foretatt våren 1993 viste oksygenmetning over 100% i samme område. Sørfjorden har to basseng med høyeste terskeldyp på 18 meter mellom ytre basseng og fjordområdet utenfor. Mellom ytre og indre basseng i Sørfjorden er det en terskel på 40 meter, mens største dyp i

**Tabell 3.** Oksygenkonsentrasjoner og metning i Simlebotn og Sør fjorden i 23. april 1998.

| Stasjon | Dyp (m) | Oksygen (ml/l) | Oksygen (metning i %) |
|---------|---------|----------------|-----------------------|
| St. 1   | 1       | 7,87           | 107,0                 |
|         | 10      | 8,02           | 108,7                 |
|         | 35      | 7,50           | 102,2                 |
| St. 3   | 10      | 7,08           | 97,6                  |
|         | 80      | 6,58           | 92,6                  |
|         | 95      | 4,07           | 57,3                  |

begge bassengene er litt over 100 meter. En mulig årsak til at det noe lavere oksygenivået i dypvannet i indre basseng, kan være en ufullstendig dypvannsutskiftning foregående høst/vinter.

### 3.3 Næringssalter

Prøvene til næringssaltanalyser er tatt i april måned, og det er gjennomført måling kun på et tidspunkt. SFTs klassifiseringssystem gjelder for prøver tatt i periodene desember-februar (vinter) og juni-august (sommer), og krever minimum 6 prøvetakinger innenfor vinter- eller sommerperioden. Næringssaltanalysene kan derfor ikke benyttes til klassifisering av vannmassenes vannkvalitet.

Resultatene av næringssaltanalysene fra Simlebotn (St. 1) viser en økning i konsentrasjonene fra overflaten til bunnen for alle målte parametre (**Tabell 4**). Konsentrasjonene av nærings-salter i overflatelaget var relativt lave på det aktuelle prøvetakingstidspunktet. Ved bunnen i Simlebotn var næringssaltkonsentrasjonene noe høyere enn ved overflaten, men konsentrasjonene for alle parametrene var normale i forhold til vinterkonsentrasjoner i uforurenset marint overflatevann. Det vil si at ved siste utskiftning av bunnvann i Simlebotn har det strømmet inn vann med moderate mengder næringssalter.

**Tabell 4.** Konsentrasjoner av næringssalter og organisk karbon i Simlebotn og Sør fjorden i vannprøver tatt 23. april 1998.

| Stasjon | Dyp (m) | NO <sub>3</sub> -N (µg/l) | PO <sub>4</sub> -P (µg/l) | NO <sub>3</sub> /PO <sub>4</sub> | Tot-N (µg/l) | Tot-P (µg/l) | Tot-N/Tot-P | Org. karb. (mg/l) |
|---------|---------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| St.1    | 1       | 17                        | 5                         | 3,4                              | 126          | 13           | 9,7         | 2,2               |
|         | 10      | 25                        | 6                         | 4,2                              | 140          | 13           | 10,8        | 2,3               |
|         | 35      | 47                        | 12                        | 3,9                              | 180          | 28           | 6,4         | 2,1               |
| St. 3   | 1       | 8                         | 4                         | 2,0                              | 120          | 11           | 10,9        | -                 |
|         | 10      | 78                        | 16                        | 4,8                              | 205          | 25           | 8,2         | 2,1               |
|         | 95      | 106                       | 20                        | 5,3                              | 200          | 26           | 7,7         | 1,6               |

Konsentrasjonene av både nitrogen og fosfor i dypvannet i Simlebotn var lavere enn ved målingene i 1993 (Johnsen & Oug 1995).

I Sørfjorden (St. 3) var næringssaltkonsentrasjonene på 1 meters dyp på samme nivå som på tilsvarende dyp i Simlebotn. På 10 meters dyp var imidlertid både nitrogen- og fosfor-konsentrasjonene høyere enn i Simlebotn.

Forholdet mellom nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) og fosfat ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) ble funnet å være 3,4 og 4,2 på henholdsvis 1 og 10 meters dyp i Simlebotn og 2,0 og 4,8 på de samme dypene i Sørfjorden. I forhold til forrige undersøkelse i 1993 (Johnsen & Oug 1995) var forholdet mellom nitrat og fosfat i Simlebotn mer balansert ved denne undersøkelsen. Generelt er forholdet mellom nitrogen og fosfor på vektbasis lik 7,2 for marint planteplankton. Planktoniske alger benytter hovedsaklig nitrat og fosfat som nitrogen- og fosforkilder. Når nitrat/fosfat-forholdet ble funnet å være lavere enn 7,2 (Redfieldforholdet) både i Simlebotn og Sørfjorden, betyr det at på prøvetakingstidspunktet var nitrogen begge steder den vekstbegrensende faktor for planteplanktonveksten. Nitrogen som vekstbegrensende faktor, er normalt i rent marine områder. Nærings-saltanalyser er imidlertid gjennomført kun på ett tidspunkt, og det er derfor ikke mulig å si om nitrogen normalt er det vekstbegrensende element i algenes vekstsesong. I ferskvannspåvirkede fjorder er ofte fosfor en minimumsfaktor som følge av at nitrogen generelt er i overskudd i ferskvann. På bakgrunn av dette er det grunn til å anta at fjordområdet har fosforunderskudd i perioder med stor ferskvannsavrenning (f.eks. under snøsmelting).

## 3.4 Bunndyr

### 3.4.1 Bunnsedimenter

#### *Visuelle observasjoner*

I Simlebotn (St. 1) var det normalt bløtt fjordsediment med litt plantefragmenter fra land, skall av muslinger og rør av børstemark (**Tabell 5**). Det var ingen synlige påvirkninger i sedimentet.

I Sørfjorden utenfor utslippspunktet (St. 2) var det leiraktig bunn med plantefragmenter og rester av muslinger. Det var en del sagflis i sedimentet. På St. 4 lenger ut i fjorden var det fastere bunn med noe stein. I sedimentet var det litt planterester fra land og rester av bunnorganismer, men også noe sagflis.

#### *Sedimentanalyser*

I Simlebotn (St. 1) var sedimentet moderat finkornet med ca. 70% innhold av finmateriale (**Tabell 6**). Det var forholdsvis høyt organisk innhold i sedimentet, målt både som glødetap og TOC. Verdien for TOC tilsvarer klasse IV 'dårlig tilstand' etter SFTs miljøkvalitetskriterier.

I Sørfjorden var sedimentet mer finkornet og inneholdt 85-95% finmateriale. Det var høyt organisk innholdet i sedimentet med 12% glødetap og mer enn 4% (>40 mg/g) TOC.

**Tabell 5.** *Prøvetaking av bunnfauna og bunnsedimenter i Bindal 23. april 1998. Alle prøvene ble tatt med håndoperert Ekman grabb (15 x 15 cm). Fire prøver tilsvarer 0,1 m<sup>2</sup> prøveareal.*

| Stasjon                            | Dyp (m) | Antall prøver | Observasjoner   | Sikterest (materiale > 1 mm)   |
|------------------------------------|---------|---------------|---|--|
| St. 1:<br>Simlebotn                | 53      | 4<br>samlet   | Bløtt sediment. Gode prøver.  | < 0,1 liter. Litt plantefibre og plantefragmenter. Sand, smågrus og litt småstein. Rester av tynne og tykkskallede muslinger ( <i>Cardium</i> , <i>Astarte</i> , kamskjell) Mye rør av <i>Pectinaria</i> , litt mudderrør. Noen foraminiferer. |
| St. 2:<br>Sørfjorden<br>midtfjords | 12      | 4<br>samlet   | Leiraktig bunn med tynt brunt toppsjikt   | < 0,1 liter. En del sagflis, litt plantefibre og bladrester. En del rester av tynnskallede muslinger (protobranchier, <i>Abra</i> , <i>Leda</i> ) og snegl. Rør av børstemarken <i>Pectinaria</i> , noen mudderrør. Stavformede foraminiferer. |
| St. 4:<br>Sørfjorden               | 97      | 2<br>samlet   | Fast bunn med noe småstein. Vanskelig å få gode prøver. Flere bomskudd under prøvetakingen. | Liten sikterest. Litt planterester og sagflis. Skallrester av sjømus, småsnegl og tynnskallede muslinger. Noen foraminiferer.  |

**Tabell 6.** *Partikkelfordeling, tørrstoff og organiske komponenter i bunnsedimenter i Bindal 23. april 1998. Finfr. = andel finstoff (partikler <0.063 mm), TTS = totalt tørrstoff, GLT = glødetap, TOC = totalt organisk karbon, TN = totalt nitrogen, Tot-P = total fosfor. Forholdstall mellom karbon, nitrogen og fosfor er også vist. Normert TOC viser TOC-verdiene omregnet til teoretisk 100% finstoff i sedimentet på basis av andelen av finstoff (<0.063mm). Tilstandsklasser for TOC i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er vist (Molvær m.fl. 1997).*

| St.  | Finfr. % | TTS (mg/g) | GLT % | TOC (mg/g) | TN (mg/g) | Tot-P (mg/g) | C/N  | N/P | P/C  | Norm TOC | SFT kl. |
|------|----------|------------|-------|------------|-----------|--------------|------|-----|------|----------|---------|
| St.1 | 67,8     | 431        | 9,3   | 33,9       | 3,9       | 0,87         | 8,7  | 4,5 | 0,03 | 39,7     | IV      |
| St.2 | 85,9     | 380        | 12,5  | 43,9       | 5,1       | 0,95         | 8,6  | 5,4 | 0,02 | 46,4     | V       |
| St.4 | 95,4     | 360        | 12,7  | 40,4       | 3,0       | 0,77         | 13,5 | 3,9 | 0,02 | 41,2     | V       |



Verdiene for TOC på begge stasjonene tilsvarer klasse V 'meget dårlig tilstand' etter SFTs kriterier. Målingene av glødetap og TOC stemmer godt overens. Det finnes ingen entydig omregning mellom glødetap og TOC, men i kystprøver vil TOC normalt utgjøre 1/3-1/4 av glødetapet.

Verdiene for nitrogen og fosfor i sedimentet og forholdstall mellom karbon, nitrogen og fosfor er også vist i **Tabell 6**. Det er forholdstallene som er av størst interesse, fordi disse vil avhenge av det organiske materialets art og kan gi indikasjoner på hvilken opprinnelse materialet har. I organisk materiale som er naturlig produsert i sjøen vil det være 6-8 ganger så mye karbon som nitrogen, mens det i plantemateriale fra land er forholdsvis mer karbon. I bunnsedimenter som hovedsakelig inneholder marint organisk materiale, vil derfor forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) være 6-8, mens det øker for sedimenter som får tilskudd fra land. For fosfor vil normale forholdstall være ca. 0.025 for P/C og ca. 7 for N/P. Avvik fra forholdstallene gir derfor grunnlag for å karakterisere mulige påvirkninger fra tilført organisk materiale. Resultatene viser at det var litt forhøyd C/N-forhold og noe nedsatt N/P-forhold, mens det var omtrent normalt P/C-forhold på alle stasjonene. Dette indikerer at materialet hadde noe lavt nitrogeninnhold, noe som er vanlig å finne i fjordsedimenter som tilføres naturlig plantemateriale fra land.

### 3.4.2 Bunnfauna

I **Tabell 7** er det gitt en oversikt over artstall, individtettheter og beregnede verdier for artsmangfold på stasjonene. Det er også gitt en klassifisering av stasjonene basert på faunaens artsmangfold etter SFTs kriterier for miljøkvalitet. De viktigste artene er listet i **Tabell 8**. Fullstendige artslistene for prøvene er gitt i **Vedlegg A**.

I Simlebotn (St. 1) ble det funnet en normalt arts- og individrik bunnfauna. Artsmangfoldet var normalt og stasjonen faller i klasse II 'god tilstand' etter SFTs kriterier. Bunnfaunaen hadde normal sammensetning og var dominert av vanlige bløtbunnsformer. Den viktigste arten, børstemarken *Myriochele oculata*, er en karakterform i fjordbassenger i Trøndelag og

**Tabell 7.** Antall arter, individtall, individtettheter og artsmangfold i prøvene av bunnfauna fra Bindal 23. april 1998. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wiener indeksen ( $H'$ ) og indeksen  $E(S_{100})$ . Indeksen AI (artsindeks) gir et mål for forekomst av forurensningsømfintlige arter i prøven. Resultater fra prøvetakingen i 1993 er vist for sammenligning. Tilstandsklasser for artsmangfold i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er vist (Molvær m.fl. 1997). \* = usikker verdi på grunn av utilstrekkelig prøvemateriale.

| St    | År   | Dyp<br>(m) | Areal<br>(m <sup>2</sup> ) | Arts-<br>tall | Ind. | Ind/m <sup>2</sup> | H'    | E(S <sub>100</sub> ) | AI  | SFT<br>Klasse |
|-------|------|------------|----------------------------|---------------|------|--------------------|-------|----------------------|-----|---------------|
| St 1  | 1998 | 53         | 0.1                        | 42            | 268  | 2680               | 3.51  | 24.4                 | 6.0 | II            |
|       | 1993 | 38         | 0.1                        | 46            | 1321 | 13210              | 2.56  | 14.6                 | 6.3 | III           |
| St. 2 | 1998 | 12         | 0.1                        | 37            | 204  | 2040               | 4.19  | 27.1                 | 6.3 | I             |
|       | 1993 | 8          | 0.1                        | 9             | 54   | 540                | 2.36  | -                    | 5.2 | III           |
| St. 4 | 1998 | 97         | 0.05                       | 7             | 16   | 320                | 2.48* | -                    | 6.2 | III*          |
|       | 1993 | 85         | 0.1                        | 32            | 138  | 1380               | 3.38  | 28.3                 | 6.6 | II/I          |

Nord-Norge. Flere av artene har høy toleranse for organisk anrikning, men faunaen bærer ikke noe spesielt preg av påvirkning. Dette fremkommer også fra artsindeksen (AI) som hadde normal verdi for stasjonen.

I Sørfjorden nærmest anlegget (St. 2) ble det også funnet en normalt arts- og individrik bunnfauna. Artsmangfoldet var høyt og stasjonen faller i klasse I 'meget god tilstand' etter SFTs kriterier. Bunnfaunaen hadde normal sammensetning, men også på denne stasjonen var det flere arter tilstede som har høy toleranse for organisk anrikning. Artsindeksen (AI) hadde forholdsvis høy verdi, som viser at det var et tydelig innslag av forurensningsømfintlige arter i faunaen.

På den dype stasjonen i Sørfjorden (St. 4) ble det bare funnet 7 arter og i alt 16 individer. På denne stasjonen var det vanskelig å få gode prøver på grunn av stein i sedimentet. De to

**Tabell 8.** De viktigste artene i prøvene av bunnfauna fra Bindal 23. april 1998. De ti mest individrike artene på hver stasjon er vist. På stasjon 4 ble det bare funnet syv arter i prøven.

| <b>St. 1 Simlebotn 53 m</b>  |                 | Ind /0,1 m <sup>2</sup>  |
|------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Myriochele oculata           | Mangebørstemark | 108                      |
| Pectinaria koreni            | Mangebørstemark | 36                       |
| Diplocirrus glaucus          | Mangebørstemark | 20                       |
| Maldane sarsi                | Mangebørstemark | 16                       |
| Heteromastus filiformis      | Mangebørstemark | 13                       |
| Levinsenia gracilis          | Mangebørstemark | 10                       |
| Nemertinea ind.              | Båndmark        | 6                        |
| Chaetozone setosa            | Mangebørstemark | 5                        |
| Mediomastus fragilis         | Mangebørstemark | 4                        |
| Ophiura sp.                  | Slangestjerne   | 4                        |
| <b>St. 2 Sørfjorden 12 m</b> |                 | Ind /0,1 m <sup>2</sup>  |
| Maldane sarsi                | Mangebørstemark | 36                       |
| Pectinaria koreni            | Mangebørstemark | 25                       |
| Heteromastus filiformis      | Mangebørstemark | 23                       |
| Abra nitida                  | Musling         | 21                       |
| Spio cf. limicola            | Mangebørstemark | 15                       |
| Diplocirrus glaucus          | Mangebørstemark | 9                        |
| Thyasira cf. sarsi           | Musling         | 7                        |
| Terebellides stroemi         | Mangebørstemark | 7                        |
| Pholoe balthica              | Mangebørstemark | 6                        |
| Chaetozone sp.               | Mangebørstemark | 6                        |
| <b>St. 4 Sørfjorden 97 m</b> |                 | Ind /0,05 m <sup>2</sup> |
| Lumbrineris mixochaeta       | Mangebørstemark | 6                        |
| Maldane sarsi                | Mangebørstemark | 3                        |
| Praxillella gracilis         | Mangebørstemark | 2                        |
| Paramphinoe jeffreysii       | Mangebørstemark | 2                        |
| Crangon allmani              | Reke            | 1                        |
| Brissopsis lyrifera          | Sjømus          | 1                        |
| Chaetozone sp.               | Mangebørstemark | 1                        |

aksepterte prøvene inneholdt begge forholdsvis lite materiale. Dette er nok grunnen til det magre resultatet. Verdien for artsmangfoldet blir følgelig også usikker. Artene som ble funnet er imidlertid alle vanlige bløtbunnsformer som fortrinnsvis finnes i friske bunnsedimenter. Også artsindeksen (AI) hadde en forholdsvis høy verdi. Prøvene tyder derfor på at det var gode forhold på stasjonen, men materialet er for lite til å gi sikre vurderinger.

### **3.4.3 Sammenligning med tidligere prøvetaking**

Ved undersøkelsen i 1993 ble forholdene generelt karakterisert som gode på alle stasjonene (Johnsen og Oug 1995). I Simlebotn ble det funnet de samme artene som ved denne undersøkelsen, men individtetthetene var svært høye. Det ble antydnet at dette kunne være et signal om høye organiske tilførsler fra produksjon i vannmassene. Resultatene fra denne undersøkelsen må tolkes som noe bedre tilstand og viser at Simlebotn ikke utsettes for høy belastning. Bunnsedimentene hadde så godt som identiske verdier for TOC og TN.

St. 2 i Sørfjorden utenfor anlegget ble i 1998 flyttet noe lenger ut i fjorden. I 1993 ble prøvene tatt i et sandbunnsområde med fattig fauna og svært lavt organisk innhold. Prøvene kan derfor ikke sammenlignes direkte, men begge undersøkelsene indikerer at forholdene i området var gode. Resultatene er sikrest for denne undersøkelsen, hvor et godt faunamateriale ble innsamlet. Ved begge undersøkelsene ble det påvist sagflis i bunnsedimentet, men dette synes ikke å ha noen særlig betydning for tilstanden.

Lenger ut i Sørfjorden (St. 4) er det tydeligvis varierende bunnforhold med mudder, grus, sand og småstein i blanding. På slike ujevne bunntyper blir det ofte forskjeller mellom prøvene. Det ble funnet forskjellige arter i 1993 og 1998. Sedimentene hadde høyt organisk innhold ved begge undersøkelsene, men var tydeligere karbon-anriket i 1998. Ingen av undersøkelsene ga gode nok resultater til sikre vurderinger av lokaliteten, men mest trolig var forholdene gode.

### **3.4.4 Vurdering av tilstand**

Alle stasjonene hadde høyt organisk innhold i sedimentet og får karakteristikken 'dårlig' til 'meget dårlig' tilstand når SFTs miljøkvalitetskriterier legges til grunn. Samtidig får stasjonene god karakteristik på grunnlag av faunaen. Forskjellene er størst for St. 2 i Sørfjorden som faller i dårligste tilstandsklasse for sedimenter og beste tilstandsklasse for fauna. Tilsvarende ulike karakteristikker har etterhvert blitt observert i en rekke fjorder og kystområder (se f.eks. Kroglund m.fl. 1998). I en sammenstilling av data viste Moy m.fl. (1996) at bassenger og fjorder med lokal beskyttelse på Vestlandet ofte har høyt organisk innhold. Trolig utgjør plantemateriale fra land, og i noen tilfeller treflis fra sagbruksvirksomhet, viktige komponenter til det organiske innholdet i sedimentene. Dette er i stor grad materiale som brytes langsomt ned og dermed påvirkes oksygenforbruket i dypvannet i liten grad. Det forhøyede innholdet av karbon i bunnsedimentene vil dermed ha liten virkning for bunnfaunaen. I realiteten er nok kvalitetskriteriene med hensyn på TOC mer et uttrykk for mengden av organiske komponenter i miljøet, enn en generell miljøtilstand.

Til sammenligning representerer faunaen et bedre mål for miljøtilstand, i og med at artene må være tilpasset miljøet der de lever. Artsmangfoldet er en grunnleggende parameter, men for sikker karakteristik må også artssammensetning og innslag av karakterarter tas i betraktning. I denne undersøkelsen er det primært lagt vekt på bunnfaunaprøvene for vurdering av tilstanden i Simlebotn og Sørfjorden.

### 3.5 Nåværende og framtidig belastning

Tilførsler av nitrogen (N) og fosfor (P) til indre del av Sjørfjorden vil i hovedsak komme fra naturlig avrenning fra land og fra settefiskproduksjonen ved smoltanlegget ved Sagvik nesten innerst i fjorden. For å beregne hvor stor andel av tilførslene som settefiskanlegget står for, må tilførslene fra den naturlige avrenningen beregnes. Nedslagsfeltet til Simlebotn og Sjørfjorden innenfor Anslis er ut fra kartberegninger satt til 100 km<sup>2</sup>. I nedslagsfeltet er det hovedsaklig skog og fjell, og utenom settefiskanlegget er det liten aktivitet som gir betydelige bidrag til nitrogen- og fosfortilførslene. Bidragene fra arealavrenning er derfor lave og satt til 6 kg P/km<sup>2</sup>/år og 100 kg N/km<sup>2</sup>/år. Ut fra nedslagsfeltet beregnede størrelse gir dette årlige tilførsler til det aktuelle fjordområdet på 0,6 tonn P og 10 tonn N.

Settefiskanlegget til Bindalssmolt A/S har i dag i forbindelse med settefiskproduksjonen et gjennomsnittlig ferskvannsutslipp på 25 m<sup>3</sup>/min. Av dette vannet går ca. 40% (10 m<sup>3</sup>/min) gjennom et renseanlegg, mens det resterende slippes urensset ut i resipienten. Bedriften ønsker nå å øke sin produksjon slik at ferskvannsutslippet blir 40 m<sup>3</sup>/min, men rensekapasiteten ønskes ikke utvidet slik at rensset vannmengde reduseres til 25% av totalt vannforbruk.

Bindalssmolt A/S har i dag en konsesjon for produksjon av 1 million smolt pr. år, men ønsker å øke produksjonen med 80%. Med en gjennomsnittsvekt for smolten på 100 g gir dette en nåværende produksjon på 100 tonn fisk og en framtidig produksjon på 180 tonn. Førfaktoren er oppgitt til å være 1,0 (S. Berg Hansen, pers. med.). Dette gir et nåværende førforbruk på 100 tonn pr. år og et framtidig førforbruk på 180 tonn pr. år hvis ikke førfaktoren og/eller smoltstørrelse endres.

For å beregne det potensielle nitrogen- og fosforutslippet (utslipp uten rensing) som settefiskproduksjonen representerer, er det benyttet samme beregningsmetode som i Annon (1997):

$$\text{Nitrogentilførsel (tonn)} = (\text{Før} * 0,070) - (\text{Fiskeproduksjon} * 0,029).$$

$$\text{Fosfortilførsel (tonn)} = (\text{Før} * 0,0134) - (\text{Fiskeproduksjon} * 0,0045).$$

For å beregne de nåværende og framtidige utslippene til fjorden, er det regnet med at rensset og urensset vann inneholder samme konsentrasjoner av oppløst nitrogen og fosfor og at mengden partikler i urensset vann vil være den samme før og etter produksjonsøkningen. Selv om dette kanskje ikke er nøyaktig ut fra de opplysninger som Bindalssmolt A/S har oppgitt om renseeffektivitet, gir beregningene en god indikasjon på nåværende og framtidige utslipp. I beregningene er det videre gjort regning med at 85% av nitrogenet og 55% av fosforet er vannløselig, mens resten er partikulært bundet (fekalier, førspill) og synker til bunns.

**Tabell 9** viser tilførslene av nitrogen og fosfor til fjorden via naturlig ferskvannsavrenning fra nedslagsfeltet og tilførslene som settefiskanlegget medfører i dag og etter planlagt utvidelse. Beregningene viser at en 80% økning av produksjonen uten økt rensekapasitet vil medføre en belastningsøkning fra partikulært materiale på ca. 125% både for nitrogen og fosfor. Det partikulære materialet vil imidlertid i all hovedsak sedimentere relativt grunt hvor det er stadige tilførsler av oksygenrike vannmasser. Den økte partikkelbelastningen vil derfor - iallfall de første årene - i liten grad påvirke oksygenkonsentrasjonene i det indre bassengets dypvann.

**Tabell 9.** Utslipp av nitrogen (N) og fosfor (P) til indre del av Sørfjorden inklusiv Simlebotn.

| <b>Naturlig gjennomsnittlig avrenning fra nedslagsfeltet</b> | <b>Før utvidelse</b> | <b>Etter utvidelse</b> |
|--|----------------------|------------------------|
| Nitrogen, vannløst (tonn/år)                                 | <b>10,00</b>         | <b>10,00</b>           |
| Fosfor, vannløst (tonn/år)                                   | <b>0,60</b>          | <b>0,60</b>            |
| <b>Årlig forbruk (tonn/år)</b>                               | 100                  | 180                    |
| <b>Beregnet N og P i urensset avløpsvann</b>                 |                      |                        |
| Nitrogen (tonn/år)   | 4,10                 | 7,38                   |
| Fosfor (tonn/år)   | 0,89                 | 1,60                   |
| <b>Utslipp til fjorden fra settefiskanlegget (tonn/år)</b>   |                      |                        |
| Nitrogen, totalt (tonn/år)                                   | <b>3,85</b>          | <b>7,10</b>            |
| Nitrogen, vannløst (tonn/år)                                 | 3,48                 | 6,27                   |
| Nitrogen, partikkelbundet (tonn/år)                          | 0,37                 | 0,83                   |
| Fosfor, totalt (tonn/år)                                     | <b>0,72</b>          | <b>1,42</b>            |
| Fosfor, vannløst (tonn/år)                                   | 0,48                 | 0,88                   |
| Fosfor, partikkelbundet (tonn/år)                            | 0,24                 | 0,54                   |
| <b>Fjordens totalbelastning</b>                              |                      |                        |
| Nitrogen, totalt (tonn/år)                                   | <b>13,85</b>         | <b>17,10</b>           |
| Nitrogen, vannløst (tonn/år)                                 | 13,48                | 16,27                  |
| Nitrogen, partikkelbundet (tonn/år)                          | 0,37                 | 0,83                   |
| Fosfor, totalt (tonn/år)                                     | <b>1,32</b>          | <b>2,02</b>            |
| Fosfor, vannløst (tonn/år)                                   | 1,08                 | 1,48                   |
| Fosfor, partikkelbundet (tonn/år)                            | 0,24                 | 0,54                   |

For vannløst nitrogen er det beregnet at settefiskanlegget tilfører fjordområdet ca. 3,5 tonn N/år, mens den naturlige totaltilførselen er beregnet til 10 tonn N/år. Den planlagte utvidelsen vil føre til at settefiskanleggets tilførsel av vannløst nitrogen øker til litt over 6 tonn N/år.

Utslipet av vannløst fosfor fra settefiskanlegget er beregnet til ca. 0,5 tonn P/år, mens den naturlige avrenning fra land tilfører fjordområdet innenfor Alsli 0,6 tonn P/år. Settefiskanlegget vil etter utvidelsen tilføre fjordområdet en fosformengde beregnet til ca. 0,9 tonn P/år.

Ut fra næringssaltanalysene (jfr. pkt. 3.3) var fjordsystemet både utenfor og innenfor Simlestraumen nitrogenbegrenset på prøvetakingstidspunktet. Hvis nitrogenbegrensning er normalsituasjonen for fjordområdet, innebærer det at økte tilførsler av nitrogen representerer et potensiale for økt algevekst. Lokalt kan derfor slike utslipp ha en eutrofierende virkning, selv om de antropogene utslippene av næringssalter totalt sett representerer et lite bidrag i forhold til de næringssaltmengder som finnes i de frie vannmassene.

## 4. Konklusjoner

Vannsøylen i Simlebotn var stabil med økende tetthet fra overflate til bunnen. Likevel var det høye oksygenkonsentrasjoner med over 100% metning i hele vannsøylen. På prøvetakings-tidspunktet var næringssaltkonsentrasjonene moderate med et forholdstall mellom nitrat og fosfor lavere enn Redfieldforholdet på 7,2 som indikerer nitratunderskudd i forhold til algenes næringskrav – noe som er vanlig i rent marine områder.

I indre del av Sør fjorden var det et 7-8 meter tykt ferskvannspåvirket overflatelag med en underliggende vannmasse hvor tettheten økte svakt nedover mot bunnen. I de øvre 80 meterne var oksygenforholdene gode, mens det nær bunnen på 95 meters dyp ble målt en oksygenmetning på ca.57%. Den reduserte oksygenmetningen nær bunnen kan skyldes en ufullstendig utskiftning av bunnvannet i det indre bassenget i Sør fjorden høsten 1997/våren 1998. Næringssaltkonsentrasjonene var moderate både i overflate- og bunnvannet med et nitratunderskudd i forhold til fosfat.

Både i Simlebotn og indre Sør fjord viste bunnprøvene et finkornet, friskt sediment med skall av muslinger, rør av børstemark og innslag av planterester fra land. I tillegg inneholdt prøvene fra innerst i Sør fjorden en del sagflis. Høyt organisk innhold målt som glødetap og totalt organisk karbon (TOC), settes i sammenheng med stor tilførsel av naturlig plantemateriale fra land.

På alle stasjoner ble det funnet en normal bunnfauna. Både i Simlebotn og innerst i Sør fjorden var faunaen normalt arts- og individrik og artsmangfoldet var høyt. I Simlebotn var faunaen dominert av arter som er karakteristiske for fjordbassenger i Trøndelag og Nord-Norge. Flere av artene som ble funnet har høy toleranse for organisk anrikning. Faunaen inneholdt også forurensningsømfintlige arter og bar ikke preg av å være påvirket. Hard og steinete bunn i dypområdet i indre basseng i Sør fjorden gjorde prøvetakingforholdene vanskelige og dermed ble det lite materiale i prøvene. Artene som ble funnet, og sammensetningen av disse tyder imidlertid på en normal fauna.

Bløtbunnsundersøkelsen viste at miljøforholdene var gode både i Simlebotn og Sør fjorden. Ingen store forandringer siden forrige undersøkelse i 1993 ble funnet, men muligens var forholdene i Simlebotn noe forbedret. Høyt organisk innhold i sedimentene på grunn av plantemateriale fra land fører til dårlig karakteristikk etter SFTs kriterier. Det tilførte plantematerialet brytes langsomt ned, men har liten innvirkning på bunnfaunaen.

En 80% utvidelse av produksjonen ved settefiskanlegget uten økt renskapasitet på avløpsvannet vil føre til en belastningsøkning fra partikulært materiale på 125% både for nitrogen og fosfor. For vannløst nitrogen og fosfor vil utvidelsen, slik den er planlagt, føre til at utslippene fra anlegget øker belastningen på fjordområdet med 63% for nitrogen og 147% for fosfor i forhold til beregnet naturlig tilførsel fra avrenning.

Lokalt kan økte utslipp av næringssalter ha en eutrofierende virkning. Det anbefales derfor at det utarbeides et overvåkingsprogram for overvåking av effekter av økte utslipp fra settefiskanlegget til Bindalssmolt A/S. Overvåkingsprogrammet bør inkludere analyser av

næringssalter og algebiomasse gjennom vekstsesongen, oksygenforhold i dypvannet og kjemisk analyse av bunnsedimentene både i Simlebotn og i Sørfjordens indre basseng. Prøvetakingsfrekvens, analyseparametre og metoder bør legges opp i samsvar med retningslinjer gitt i SFTs veiledning 97:03 (Molvær m.fl. 1997). Formålet med overvåkingen må være at vannmassene kan klassifiseres på grunnlag av analyseresultatene, at oksygenforbruket i dypvannet kan beregnes og at eventuelle kjemiske endringer i sedimentene kan detekteres. Overvåkingen bør ha et så langsiktig perspektiv at variasjonsbredden fra år til år framkommer.

## Referanser

- Annon. 1997. Kyststrekningen Jomfruland-Stad. Vurdering av eutrofitilstand. Rapp. nr.2, SFTs ekspertgruppe for vurdering av eutrofiforhold i fjorder og kystvann. SFT/NIVA. 129 s.
- Johnsen, T. & E. Oug 1995. Resipientundersøkelse ved Bindalssmolt A/S. NIVA rapport, l.nr. 3197. 29 s.
- Kroglund, T., E. Dahl & E. Oug 1998. Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna. NIVA rapport l.nr. 3908. 58 s.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997, 36 s.
- Moy, F.E., S. Fredriksen, J. Gjøsæter, S. Hjohlman, T. Jacobsen, T. Johannessen, T.E. Lein, E. Oug & Ø.F. Tvedten 1996. Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk - Stad. NIVA rapport, l.nr. 3551. 84 s.
- Rygg, B. 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taxa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. NIVA rapport nr. 3347. 68 s.
- Tjomsland, T., & J.L. Bratli. 1996. Brukerveiledning for TEOTIL. Modell for teoretisk beregning av fosfor- og nitrogentilførsler i Norge. NIVA-rapport, l.nr. 3426-96. 84 s.



## Vedlegg A.

Fullstendige resultater for bunnfauna - Bindal 23. april 1998. Resultater fra 17 sept 1993 er også vist

1998 Alle prøver med Ekman bunngabb. St. 1, 2: 4 prøver, St. 2, 2 prøver

1993 Stasjon 1 og 3: 4 prøver med Ekman-grabb. St 2: 1 prøve med Petersen-grabb

|                       |  | 1998  |       |       | 1993  |       |       |
|-----------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Stasjon               |  | St. 1 | St. 2 | St. 4 | St. 1 | St. 2 | St. 4 |
| Areal, m <sup>2</sup> |  | 0,1   | 0,1   | 0,05  | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| HYDROZOA              | Hydrozoa indet                               |       |       |       | 1     |       |       |
| ANTHOZOA              | Actiniaria indet                             | 1     |       |       |       |       |       |
|                       | Cerianthus lloydi Gosse                      |       |       |       | 1     |       |       |
|                       | Edwardsia sp                                 |       |       |       | 1     |       |       |
| NEMERTINEA            | Nemertinea indet                             | 6     | 1     |       | 11    | 2     |       |
| POLYCHAETA            | Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)      |       | 1     | 2     |       |       |       |
|                       | Harmothoe sp                                 |       |       |       |       |       | 1     |
|                       | Pholoe baltica Oersted, 1843                 |       | 6     |       |       |       |       |
|                       | Pholoe sp                                    |       |       |       | 1     |       | 2     |
|                       | Eteone cf. longa (Fabricius 1780)            |       | 1     |       |       |       |       |
|                       | Sige fusigera (Malmgren 1865)                |       | 1     |       |       |       |       |
|                       | Hesionidae indet                             | 1     |       |       |       |       |       |
|                       | Exogone hebes (Webster & Benedict 1884)      |       |       |       |       |       | 2     |
|                       | Syllidae indet                               |       | 1     |       |       |       |       |
|                       | Typosyllis cornuta (Rathke 1843)             | 1     |       |       |       |       |       |
|                       | Nephtys ciliata (O.F.Mueller 1776)           | 1     |       |       |       |       |       |
|                       | Glycera alba (O.F.Mueller 1776)              |       | 4     |       | 2     |       |       |
|                       | Glycera lapidum (Eliason 1920)               |       |       |       |       |       | 4     |
|                       | Glycinde nordmanni (Malmgren 1865)           | 1     |       |       |       |       |       |
|                       | Goniada maculata Oersted 1843                | 1     | 2     |       |       |       |       |
|                       | Nothria conchylega (M.Sars 1835)             |       |       |       |       |       | 3     |
|                       | Lumbrineris fragilis (O.F.Mueller 1766)      |       |       |       | 2     |       | 6     |
|                       | Lumbrineris mixochaeta                       |       |       | 6     |       |       |       |
|                       | Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)         |       | 1     |       | 2     | 12    |       |
|                       | Apistobanchus tullbergi (Theel 1879)         | 1     |       |       | 1     |       |       |
|                       | Levinsonia gracilis (Tauber 1879)            | 10    | 4     |       |       |       |       |
|                       | Paradoneis eliasoni Mackie, 1991             |       |       |       | 10    |       | 6     |
|                       | Paraonidae indet                             | 1     |       |       |       |       |       |
|                       | Paraonis gracilis (Tauber 1879)              |       |       |       | 57    |       | 2     |
|                       | Polydora sp                                  |       |       |       |       | 1     |       |
|                       | Prionospio cirrifera Wiren 1883              | 3     |       |       |       | 2     | 59    |
|                       | Prionospio fallax Soederstroem 1920          | 2     | 2     |       | 3     |       |       |
|                       | Pseudopolydora paucibranchiata               | 1     |       |       |       |       |       |
|                       | Czerniaavsky                                 |       |       |       |       |       |       |
|                       | Pseudopolydora sp                            |       |       |       |       |       | 2     |
|                       | Spio cf. limicola                            |       | 15    |       |       |       |       |
|                       | Spionidae indet                              |       |       |       | 7     | 4     |       |
|                       | Spiophanes kroeyeri Grube 1860               |       | 1     |       |       |       | 1     |
|                       | Aphelochaeta sp                              | 3     |       |       |       |       |       |
|                       | Caulleriella sp                              |       |       |       |       |       | 1     |
|                       | Chaetozone setosa Malmgren 1867              | 5     |       |       | 93    | 8     | 2     |
|                       | Chaetozone sp                                |       | 6     | 1     |       |       |       |
|                       | Cirratulus cirratus (O.F.Mueller 1776)       |       |       |       | 3     |       |       |
|                       | Cirratulus sp                                | 2     |       |       |       |       |       |
|                       | Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887 | 1     | 2     |       |       |       | 1     |
|                       | Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)          | 20    | 9     |       | 28    |       |       |
|                       | Ophelina cf. modesta Stoep-Bowitz 1958       |       |       |       | 2     |       |       |
|                       | Heteromastus filiformis (Claparede 1864)     | 13    | 23    |       | 90    |       | 7     |

|                        | Stasjon<br>Areal, m <sup>2</sup>         | 1998<br>St. 1<br>0,1 | St. 2<br>0,1 | St. 4<br>0,05 | 1993<br>St. 1<br>0,1 | St. 2<br>0,1 | St. 4<br>0,1 |
|------------------------|--|----------------------|--------------|---------------|----------------------|--------------|--------------|
| POLYCHAETA<br>(forts.) | Mediomastus fragilis Rasmussen 1973      | 4                    | 6            |               |                      |              |              |
|                        | Notomastus latericeus Sars 1851          |                      |              |               | 1                    |              |              |
|                        | Asychis biceps (M.Sars 1861)             |                      |              |               |                      |              | 1            |
|                        | Maldane sarsi Malmgren 1865              | 16                   | 36           | 3             | 28                   |              |              |
|                        | Maldanidae indet                         |                      |              |               |                      |              | 2            |
|                        | Petaloproctus tenuis Arwidsson 1906      |                      |              |               | 1                    |              |              |
|                        | Praxillella gracilis (M.Sars, 1861)      |                      |              | 2             |                      |              |              |
|                        | Rhodine gracilior Tauber 1879            | 1                    |              |               |                      |              |              |
|                        | Myriochele oculata Zaks 1922             | 108                  | 2            |               | 870                  |              |              |
|                        | Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)   |                      |              |               | 2                    |              |              |
|                        | Pectinaria koreni Malmgren 1865          | 36                   | 25           |               |                      |              |              |
|                        | Ampharete cf. finmarchica (M.Sars 1864)  |                      | 1            |               |                      |              |              |
|                        | Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)      |                      | 1            |               |                      |              |              |
|                        | Sabellides borealis M.Sars 1856          | 1                    |              |               | 7                    |              |              |
|                        | Polycirrus sp                            |                      | 1            |               |                      |              |              |
|                        | Terebellidae indet                       |                      | 1            |               |                      |              |              |
|                        | Terebellides stroemi M.Sars 1835         | 1                    | 7            |               | 3                    |              | 1            |
|                        | Trichobranchus roseus (Malm 1874)        | 3                    |              |               | 3                    |              |              |
|                        | Euchone papillosa (M.Sars 1851)          |                      | 2            |               |                      |              |              |
|                        | Euchone sp                               |                      |              |               | 14                   |              |              |
|                        | Sabellidae indet                         | 1                    | 1            |               |                      |              | 3            |
|                        | Placostegus tridentatus (Fabricius 1779) |                      |              |               |                      |              | 1            |
| OLIGOCHAETA            | Oligochaeta indet                        | 2                    |              |               | 1                    |              | 1            |
| OPISTHOBANCHIA         | Philine scabra (O.F.Mueller 1776)        | 1                    |              |               |                      |              |              |
|                        | Cylichna alba (Brown)                    |                      | 2            |               |                      |              |              |
| CAUDOFOVEATA           | Caudofoveata indet                       |                      | 1            |               |                      |              |              |
| BIVALVIA               | Bivalvia indet                           |                      |              |               |                      | 1            |              |
|                        | Nuculana minuta (Mueller 1776)           |                      |              |               |                      |              | 1            |
|                        | Yoldiella sp                             |                      |              |               |                      |              | 1            |
|                        | Modiolus modiolus (L.)                   | 1                    |              |               |                      |              |              |
|                        | Chlamys sp                               |                      |              |               | 1                    |              |              |
|                        | Delectopecten vitreus (Gmelin 1789)      |                      |              |               | 1                    |              |              |
|                        | Thyasira cf. sarsi (Philippi 1845)       | 2                    | 7            |               |                      |              |              |
|                        | Thyasira croulinensis (Jeffreys)         |                      |              |               | 2                    |              |              |
|                        | Thyasira equalis (Verrill & Bush)        |                      |              |               |                      |              | 6            |
|                        | Thyasira sarsi (Philippi 1845)           |                      |              |               | 1                    |              |              |
|                        | Astarte montagui Dillwyn 1817            |                      |              |               | 1                    |              | 1            |
|                        | Astarte sulcata (Da Costa 1778)          |                      |              |               |                      |              | 1            |
|                        | Parvicardium cf. minimum (Philippi 1836) | 1                    | 3            |               |                      |              |              |
|                        | Parvicardium minimum (Philippi 1836)     |                      |              |               | 1                    |              |              |
|                        | Tellina tenuis daCosta                   |                      |              |               |                      | 23           |              |
|                        | Abra nitida (Mueller 1789)               | 1                    | 21           |               | 28                   |              | 1            |
|                        | Corbula gibba (Olivi 1792)               | 1                    |              |               | 2                    |              |              |
|                        | Thracia sp                               |                      |              |               | 4                    |              |              |
| CUMACEA                | Eudorella emarginata Kroeyer             | 2                    |              |               | 4                    |              |              |
|                        | Leucon nasica (Kroeyer)                  | 3                    |              |               | 7                    |              |              |
|                        | Diastylis lucifera (Kroeyer)             | 2                    |              |               |                      |              |              |
|                        | Diastylis rathkei Kroeyer                |                      |              |               | 8                    |              |              |
| TANAIDACEA             | Tanaidacea indet                         |                      |              |               |                      |              | 1            |
| ISOPODA                | Gnathia sp                               |                      |              |               |                      |              | 1            |
| AMPHIPODA              | Tryphosa hoeringii Boeck                 |                      |              |               |                      |              | 1            |
|                        | Paroediceros lynceus (M.Sars)            |                      |              |               |                      |              | 1            |
|                        | Periculodes longimanus (Bate & Westwood) |                      |              |               |                      | 1            |              |
|                        | Neohela monstrosa (Boeck)                |                      |              |               | 1                    |              |              |
|                        | Dulichia sp                              |                      |              |               | 2                    |              |              |
| DECAPODA               | Crangon allmani Kinahan                  |                      |              | 1             |                      |              |              |
| SIPUNCULIDA            | Phascolion strombi (Montagu 1804)        |                      |              |               | 1                    |              |              |

|                       |                                    | 1998  |       |       | 1993  |       |       |
|-----------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Stasjon               |                                    | St. 1 | St. 2 | St. 4 | St. 1 | St. 2 | St. 4 |
| Areal, m <sup>2</sup> |                                    | 0,1   | 0,1   | 0,05  | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| ASTEROIDEA            | Ctenodiscus crispatus (Bruz.)      | 1     |       |       | 1     |       |       |
| OPHIUROIDEA           | Ophiuroidea indet                  |       | 1     |       |       |       |       |
|                       | Amphiura chiajei Forbes            |       | 1     |       |       |       |       |
|                       | Amphiura filiformis (O.F.Mueller)  | 1     | 3     |       |       |       |       |
|                       | Ophiura sp                         | 4     |       |       |       |       | 1     |
| ECHINOIDEA            | Brissopsis lyrifera (Forbes)       |       |       | 1     |       |       |       |
| HOLOTHUROIDEA         | Labidoplax buski (McIntosh)        |       | 2     |       |       |       |       |
|                       | Leptosynapta sp                    |       |       |       | 10    |       |       |
| POGONOPHORA           | Siboglinum ekmani Jaegersten, 1956 |       |       |       | 1     |       |       |
| ASCIDIACEA            | Ascidiacea indet                   | 1     |       |       |       |       |       |